

T S1/5/1

1/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

010363849 **Image available**

WPI Acc No: 1995-265162/199535

Related WPI Acc No: 2000-208101

XRPX Acc No: N95-204042

Colour gamut expression method for converting VDU monitor image into printer image - defining colour gamut as solid in three-dimensional space and determining whether image colours are compatible with it

Patent Assignee: CANON KK (CANO)

Inventor: KUMADA S

Number of Countries: 009 Number of Patents: 010

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 665682	A2	19950802	EP 95300572	A	19950130	199535 B
JP 7222011	A	19950818	JP 9410023	A	19940131	199542
EP 665682	A3	19960124	EP 95300572	A	19950130	199621
SG 69113	A1	19991221	SG 966876	A	19950130	200006
JP 2000175065	A	20000623	JP 9410023	A	19940131	200036
			JP 99375388	A	19940131	
EP 665682	B1	20010912	EP 95300572	A	19950130	200155
			EP 99203472	A	19950130	
DE 69522594	E	20011018	DE 622594	A	19950130	200169
			EP 95300572	A	19950130	
US 6310696	B1	20011030	US 95378747	A	19950126	200172
ES 2161265	T3	20011201	EP 95300572	A	19950130	200203
US 6377355	B1	20020423	US 95378747	A	19950126	200232
			US 2000522110	A	20000309	

Priority Applications (No Type Date): JP 9410023 A 19940131; JP 99375388 A 19940131

Cited Patents: No-SR.Pub; EP 448250; EP 546773; EP 555866; EP 574905; GB 2201562; US 5058040; US 5185661

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 665682	A2	E	40	H04N-001/60	
Designated States (Regional): DE ES FR GB IT NL					
JP 7222011	A		16	H04N-001/60	
EP 665682	A3			H04N-001/60	
SG 69113	A1			H04N-001/60	
JP 2000175065	A		17	H04N-001/60	Div ex application JP 9410023
EP 665682	B1	E		H04N-001/60	Related to application EP 99203472
					Related to patent EP 981244
Designated States (Regional): DE ES FR GB IT NL					
DE 69522594	E			H04N-001/60	Based on patent EP 665682
US 6310696	B1			H04N-001/46	
ES 2161265	T3			H04N-001/60	Based on patent EP 665682
US 6377355	B1			B41B-015/00	Div ex application US 95378747

Abstract (Basic): EP 665682 A

A colour gamut is defined by a solid in three-dimensional space. The defined colour gamut is expressed by combinations of colour or gamut data, designated on a basis of second and third axes of the three-dimensional space, and coordinates of the first axis. Information on the colour gamut is stored.

Colour image data is input and it is determined whether this data

is within the colour gamut. Colours of the image are processed on the basis of the determination result. The determination is formed after interpolation of the information on the colour gamut.

ADVANTAGE - Produces more accurate colour image due to processing.
Reduced processing time.

Dwg.1/34

Title Terms: COLOUR; EXPRESS; METHOD; CONVERT; VDU; MONITOR; IMAGE; PRINT;
IMAGE; DEFINE; COLOUR; SOLID; THREE-DIMENSIONAL; SPACE; DETERMINE; IMAGE;
COLOUR; COMPATIBLE

Derwent Class: P74; P75; P84; P85; T01; W02

International Patent Class (Main): B41B-015/00; H04N-001/46; H04N-001/60

International Patent Class (Additional): B41J-015/00; G03F-003/08;

G06T-001/00; G06T-005/00; G09G-005/02

File Segment: EPI; EngPI

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-222011

(43)公開日 平成7年(1995)8月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

室内整理番号

FI

技術表示箇所

H O 4 N 1/60

G O 6 T 1/00

5/00

H04N 1/40

D

G O 6 F 15/ 66

3 1 0

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-10023

(22)出願日 平成6年(1994)1月31日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 熊田 周一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

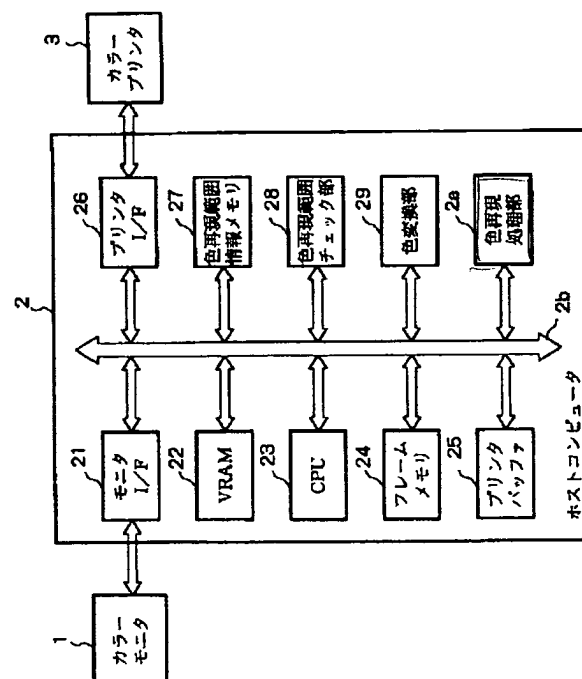
(74)代理人 弁理士 大塚 康德 (外1名)

(54) 【発明の名称】 色再現範囲表現方法及び画像処理方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 色再現範囲チェック機能を実現するための色再現範囲を容易に確認することができる色再現範囲表現方法を提供するにある。

【構成】 ホストコンピュータ 2 は、色再現デバイスの色再現領域を表す際に、色再現範囲を 3 次元空間中の立体として定義し、定義した 3 次元空間中の第一の軸に垂直な平面における色再現領域の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより色再現範囲を表示する。そして例えば垂直な平面における色再現領域の情報は 2 次元の矩形領域により表現、あるいは、2 次元の座標範囲により表現、またはビットマップデータにより表現、更には 2 次元のベクトルデータにより表現することにより、色再現範囲チェック機能を実現するための色再現範囲を容易に確認することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 色再現デバイスの色再現範囲を表す色再現範囲表現方法であって、

前記色再現範囲を3次元空間中の立体として定義し前記3次元空間中の第一の軸に垂直な平面における色再現範囲の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより前記定義した色再現範囲を表すことを特徴とする色再現範囲表現方法。

【請求項2】 第一の軸を示すデータを所定の間隔で、前記第一軸に垂直な平面上における色再現範囲の情報を保持することを特徴とする特許請求項1記載の色再現範囲表現方法。

【請求項3】 前記所定の間隔が前記第一の軸を示すデータの取り得る最小の間隔にすることを特徴とする請求項2記載の色再現範囲表現方法。

【請求項4】 前記垂直な平面における色再現範囲の情報は2次元の矩形領域により表現されることを特徴とする請求項2の色再現範囲表現方法。

【請求項5】 前記垂直な平面における色再現範囲の情報は2次元の座標範囲により表現されることを特徴とする請求項2の色再現範囲表現方法。

【請求項6】 前記垂直な平面における色再現範囲の情報はビットマップデータにより表現されることを特徴とする請求項2の色再現範囲表現方法。

【請求項7】 前記垂直な平面における色再現範囲の情報は2次元のベクトルデータにより表現されることを特徴とする請求項2の色再現範囲表現方法。

【請求項8】 色再現デバイスの色再現範囲を3次元空間中の立体として定義し、前記定義した3次元空間のうちの第一の軸に垂直な平面における色再現範囲の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより、前記色再現デバイスの色再現範囲を判別し、入力カラー画像データが前記判別した色再現範囲内にあるか否かに基づいて前記入力カラー画像データを処理することを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】 更に、前記判別を行う際に、前記色再現範囲の情報を補間した後、判別を行うことを特徴とする請求項8記載の画像処理方法。

【請求項10】 色再現デバイスの色再現範囲を3次元空間中の立体として定義し、前記3次元空間中の第一の軸に垂直な平面における色再現範囲の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより表されている前記定義した色再現範囲に関する前記情報を格納する格納手段と、前記格納手段に格納されている前記情報に基づいて入力画像データが前記定義した色再現範囲内か否かを判定する判定手段と、前記判定結果に基づいて前記入力画像データを処理する画像処理手段を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項11】 前記画像処理手段において、前記入力画像データを前記定義した色再現範囲内に変換する処理

を行うことを特徴とする請求項10記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばカラー入出力デバイスの特性を考慮して忠実な色再現を行うカラーマネジメントシステム等に適した色再現範囲表現方法及び画像処理方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図32に示すようにスキャナ、モニタやプリンタ等のデバイスごとに色再現範囲が異なる。図32において、x、yは色度座標を示しており、図形の内部が色再現範囲となる。

【0003】すなわち、色再現範囲の違いを吸収して色再現を行うためには、共通でない領域の色をどのように扱うかが問題となる。例えば、モニタ色空間からプリンタ色空間への変換を考えると、モニタの色再現範囲にあってプリンタの色再現範囲にない色をプリンタのどの色で表現するかということが問題となる。これに関わる処理を色空間圧縮処理と呼ぶ。

【0004】カラーマネジメントシステムには、カラーの入出力デバイスの特性を考慮して忠実な色再現を行う色空間圧縮処理等の主たる機能のほかに、ある色が該当する出力デバイスで再現可能かどうかをチェックするデバイス色再現範囲チェックの機能がある。これは、アプリケーションソフト等が持っている色データが出力デバイス（プリンタ・モニタ等）で再現できるかどうかを判別する時に用いるための機能である。

【0005】具体的方法としては本出願人により、図34に示すような方法が提案されている。これは、プリンタの色再現範囲をレッド(Red)、グリーン(Green)、ブルー(Blue)、シアン(Cyan)、マゼンタ(Magenta)、イエロー(Yellow)、ホワイト(White)、ブラック(Black)の頂点で囲まれる6面体の色再現立体で定義し、この各面を2つの三角形に分け、合計12の平面を求めて、画像データが上記の平面の内側か外側かを判定し、色再現範囲の内か外かを判定する方法である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の方法ではまだ次のような改善の余地があった。

(1) プリンタの実際の色再現範囲は6面体で正確に表現できないような複雑な3次元の立体であるため、色再現範囲チェックの精度が低い。

(2) 画像データが12の平面の内側か外側かを判定する処理は簡易ではなく、処理に時間を要する。

【0007】本発明は上述した改善の余地に鑑みてなされたものであり、カラーマネジメントシステム等において、精度を改善するとともに処理時間の短縮することができる色再現範囲チェック機能を実現するための色再現範囲表現方法を提供することを目的とする。また、色

再現デバイスで入力画像データにより忠実な再現ができる画像データに変換する画像処理方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の課題を解決することを目的としてなされたもので、上述の課題を解決する一手段として以下の構成を備える。即ち、色再現デバイスの色再現範囲を3次元空間中の立体として定義し、前記3次元空間中の第一の軸に垂直な平面における色再現範囲の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより、前記定義した色再現範囲を表す色再現範囲表現手段を備える。

【0009】また、色再現デバイスの色再現範囲を3次元空間中の立体として定義し、前記定義した3次元空間のうちの第一の軸に垂直な平面における色再現範囲の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより前記色再現デバイスの色再現範囲を判別し、入力カラー画像データが前記判別した色再現範囲内にあるか否かに基づいて前記入力カラー画像データを処理する処理手段を備えることを特徴とする。

【0010】更にまた、色再現デバイスの色再現範囲を3次元空間中の立体として定義し、前記3次元空間中の第一の軸に垂直な平面における色再現範囲の情報と前記第一の軸の座標との組み合わせにより表されている前記定義した色再現範囲に関する前記情報を格納する格納手段と、前記格納手段に格納されている前記情報に基づいて入力画像データが前記定義した色再現範囲内か否かを判定する判定手段と、前記判定結果に基づいて前記入力画像データを処理する画像処理手段を備えたことを特徴とする。

【0011】

【作用】以上の構成において、色再現デバイスで入力画像データにより忠実な再現ができる画像データに変換する画像処理方法を提供することができる。また、色再現範囲チェック機能を実現するための色再現範囲を容易に確認することができ色再現範囲判別の精度を改善できるとともに色再現処理時間を短縮することができる。

【0012】

【実施例】図31にカラーマネージメントシステムにおける色再現の一例を示す。図31では、カラーの入出力デバイスとして基本的なカラーキャナ・カラーモニタ・カラープリンターの3つを考える。カラーマネージメントシステムにおいては、この3つのデバイスの特性を考慮した色再現処理が必要であり、それは図31の矢印で示した次の4つの色空間変換処理である。

1. スキャナ色空間からモニタ色空間への変換処理
スキャナから読み込んだ写真のデータをモニタ上に忠実に表示したい場合の処理
2. スキャナ色空間からプリンタ色空間への変換処理
スキャナから読み込んだ写真のデータをプリンタで忠実

に印刷したい場合の処理

3. モニタ色空間からプリンタ色空間への変換処理

モニタ上でアプリケーションソフト等を用いて作成した文字・図形等のデータをプリンタで忠実に印刷したい場合の処理

4. プリンタ色空間からモニタ色空間への変換処理

プリンタで印刷された結果をモニタ上でプレビューしたい場合の処理

ここで、上記の3つの装置の色空間は各デバイスに依存しており、また再現できる色の範囲が異なっている。

【0013】以下に本発明に係る一実施例として上記3に示したモニタ色空間からプリンタ色空間への変換処理の一例を詳細に説明する。図1は本発明に係る一実施例による画像処理システムの回路構成を示すブロック図である。図1に示す様に本実施例の画像処理システムは、カラーモニタ1とホストコンピュータ2及びカラープリンタ3とから構成されている。ホストコンピュータ2は、画像データを処理し、処理結果等をカラーモニタ1に表示させたり、カラープリンタ3で印刷処理を行わせるものである。

【0014】ホストコンピュータ2は、以下の構成を備える。即ち、カラーモニタ1とのデータ送受のためのモニタインタフェース21、モニタ表示に使用される表示データを保持するVRAM22、ROM・RAM等を内蔵し全体を制御するCPU23、モニタに表示する画像情報の一時保存等に使用されるフレームメモリ24、プリンタ出力に使用されるプリントバッファ25、カラープリンタ3とのデータ送受のためのプリンタインタフェース26、色再現範囲情報テーブル等の色再現範囲を表現する情報が格納される色再現範囲情報メモリ27、入力カラー画像データが前記色再現範囲内にあるか否かを判別する色再現範囲チェック部28、色再現に関わる色空間変換を行う色変換部29、色再現範囲チェック部28で判別した結果に基づいて色再現処理を行う色再現処理部2a及びデータバス2bを備えている。

【0015】以上の構成を備える本実施例の、ホストコンピュータ2、特に色再現処理部2aにおける入力カラー画像データに色再現処理を施してカラープリンタ3に出力する際の処理を、図2のフローチャートを参照して以下に説明する。図2において、ホストコンピュータ2は、先ずステップS10で予め作成された、あるいはスキャナ等の他の装置より送られてきた、処理すべき入力カラー画像データ(R, G, B輝度データ)を1組読み込み、ステップS11に進む。ここで、本実施例で処理する入力カラー画像データは、例えばスキャナ等の入力装置に依存し、測色的に定義(R, G, B, ホワイトの色度値が明確)されたRGBデータである。

【0016】読み込んだRGBデータは、ステップS11で色変換部29においてCIE(国際照明委員会)の定めたXYZデータに変換してステップS12へ進む。

ステップS12では、色変換部29において、先にステップS11で変換したXYZデータを更にL* a* b* データに変換してステップS13へ進む。そしてステップS13でL* a* b* データをプリンタのCMY (シアン、マゼンタ、イエロー) データに変換してステップS14に進む。

【0017】ステップS14では、CMYデータをプリンタバッファ25に格納してステップS15へ進む。ステップS15では、入力カラー画像データの残りがあ

るか否かをチェックする。入力カラー画像データの残

りがある場合にはステップS10へ戻る。一方、入力カラー画像データの残りが

ない場合にはステップS16に進んでプリントバッファ25に格納されたCMYデータをプリンタ1/F26を介してカラープリンタ3に送り、カラープリンタ3より印刷出力して処理を終了する。

【0018】上述した様に本実施例で処理すべき入力カラー画像データは、測色的に定義 (R, G, B, ホワイトの色度値が明確) されたRGBデータであるため、CIEで定めたXYZデータとは図3及び図4に示す関係式が成り立つ。従って、この図3及び図4の関係式を図2におけるステップS11の処理に用いることが可能である。図3における p_{ij} ($i, j=1, 2, 3$) 及び図4における q_{ij} ($i, j=1, 2, 3$) は、入力カラー画像データの測色的に定義により決まる定数である。

【0019】図5は図2のステップS12におけるの処理の一例を示している。ここで、 X_n, Y_n, Z_n はCIEの定めたどの標準光源に従うかによって定まる値である。図2のステップS13はプリンタの色再現範囲外の色を含むL* a* b* をプリンタの色再現範囲にあるCMYに色空間圧縮により変換する処理になる。

【0020】色空間圧縮方法は複数考えられ、色空間変換処理の中で行われる。図33は色空間圧縮方法の一例を示したものである。色空間圧縮方法は、画像データを出力装置で表現できる色に写像させる方法であり、ここでは3つ一般的な例を挙げる。1番目は、左下の人間の*

*知覚を利用した方法である。これは、画像データの最も明るい色と最も暗い色を出力機器の最も明るい色と最も暗い色のそれぞれに合わせ、他の色については、最も明るい色と最も暗い色との関係を保つように変換するものである。

【0021】2番目は、画像データと出力機器の色再現範囲が重なり合う部分はそのままにし、はみ出した部分は明度を保存して変換先の色再現範囲の外縁に写像するものである。3番目は、画像データと出力機器の色再現範囲のはみ出した部分は彩度を保存して圧縮するものである。

【0022】また、これらの色空間圧縮方法の実現方法の1つに3次元のLUT (ルックアップテーブル) を用いた方法があり、本実施例におけるステップS13における色空間圧縮により変換する処理で用いるLUTの例を図6に示す。図6に示す本実施例のLUTの一例は、L* a* b* の3次元の色立体を各座標軸方向に等間隔 ($\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$) で格子状に分割した3次元のテーブル構造になっており、それぞれの立体格子の各頂点には、L* a* b* のサンプリング値に対応したCMYの値が格納されている。

【0023】図7は図6に示すLUTへの入力L* a* b* 値が含まれる格子の1つを拡大した例である。ここで、z方向はL* 軸、x方向はa* 軸、y方向はb* 軸に相当する。入力L* a* b* 値はP点の位置にあるものとする。格子の左手前の頂点を (x_i, y_i, z_i) とし、 $\Delta L^* = \Delta a^* = \Delta b^* = 1$ とし、この点からP点への変位を X_i, Y_i, Z_i とすると、図7に示した座標及び関係が成り立つ。ここで、拡張点に格納されたCMYの値を $U(x, y, z)$ で表現すると、P点に格納されているCMYの値 $U(x_i + x_i, y_i + y_i, z_i + z_i)$ は次の式で示されるような補間方法により求めることができる。

【0024】

【数1】

$$\begin{aligned} U(x_i + x_i, y_i + y_i, z_i + z_i) \\ = U(x_i, y_i, z_i) \cdot (1 - x_i)(1 - y_i)(1 - z_i) \\ + U(x_i + 1, y_i, z_i) \cdot x_i(1 - y_i)(1 - z_i) \\ + U(x_i, y_i + 1, z_i) \cdot (1 - x_i)y_i(1 - z_i) \\ + U(x_i, y_i, z_i + 1) \cdot (1 - x_i)(1 - y_i)z_i \\ + U(x_i + 1, y_i + 1, z_i + 1) \cdot (1 - x_i)y_i z_i \\ + U(x_i + 1, y_i, z_i + 1) \cdot x_i(1 - y_i)z_i \\ + U(x_i + 1, y_i + 1, z_i) \cdot x_i y_i(1 - z_i) \\ + U(x_i + 1, y_i + 1, z_i + 1) \cdot x_i y_i z_i \end{aligned}$$

このように、入力L* a* b* 値に対応するCMYの値をLUT及び補間処理を用いて求めることができる。

【0025】これらの色空間圧縮処理によって、より原稿に忠実にプリンタで再現することができる。次に本実施例の、ホストコンピュータ2、特に色再現処理部2aにおける入力カラー画像データに色再現処理を施してカ

ラーモニタ1に出力する際の処理を、図8のフローチャートを参照して以下に説明する。

【0026】ホストコンピュータ2は、ステップS20で上述した図2のステップS10と同様にして入力カラー画像データを1組 (R, G, B輝度データ) 読み込んでステップS21に進む。ここで、入力カラー画像デー

タは、スキャナ等の入力装置に依存し、測色的に定義（R、G、B、ホワイトの色度値が明確）されたRGBデータである。

【0027】ステップS21で、読み込んだRGBデータを色変換部29において、CIEの定めたXYZデータに変換してステップS22へ進む。ステップS22では、色変換部29においてXYZデータをカラーモニタ1の特性に依存したRGBデータに変換してステップS23へ進む。ステップS23で、モニタのRGBデータをフレームメモリ24に格納してステップS24へ進む。ステップS24で入力カラー画像データの残りがあるかチェックする。入力カラー画像データの残りがあ

る場合にはステップS20へ戻る。
【0028】一方、入力カラー画像データの残りが無い場合にはステップS25に進み、フレームメモリ24に格納されたモニタRGBデータをカラーモニタ1より表示して処理を終了する。入力カラー画像データ及びモニタRGBデータは、測色的に定義（R、G、B、ホワイトの色度値が明確）されたRGBデータであるため、CIEで定めたXYZデータと図3・4の関係式が成り立つ。この図3の関係式を図8のステップS21の処理に、また図4の関係式を図8のステップS22の処理に用いることが可能である。 p_{ij} （ $i, j=1, 2, 3$ ）及び q_{ij} （ $i, j=1, 2, 3$ ）は入力カラー画像データ及びカラーモニタ1のモニタRGBの測色的定義によりそれぞれ決まる定数である。

【0029】次に図9を参照して本実施例の特徴的な処理である、処理すべきカラー画像データ（アプリケーションソフト等により作成された例えばR、G、B輝度データを、カラーモニタ1上でカラーモニタ1またはカラープリンタ3の色再現範囲内にあるかどうかをチェックして、そのチェック結果に基づいたカラーモニタ1への表示を行う処理を説明する。

【0030】図9は、ホストコンピュータ2、主に色再現範囲チェック部28における、カラーモニタ1上でアプリケーションソフト等により作成されたカラー画像データ（R、G、B輝度データ）がカラーモニタ1またはカラープリンタ3等の出力デバイスの色空間に変換された値が出力デバイスの色再現範囲内にあるかどうかをチェックして、その結果をもとにカラーモニタ1への表示を行う処理のフローチャートを示している。

【0031】図9において、ホストコンピュータ2は先ずステップS30で色再現範囲チェックの対象となる対象色（R、G、B輝度データ1組）を読み込んでステップS31に進む。ここで、対象色は、カラーモニタ1の特性に依存し、測色的に定義（R、G、B、ホワイトの色度値が明確）されたRGBデータである。ステップS31では、ステップS30で読み込んだRGBデータを色変換部29においてCIEの定めたXYZデータに変換してステップS32へ進む。ステップS32では、色

変換部29においてXYZデータを $L^* a^* b^*$ データに変換してステップS33へ進む。ステップS33では、変換された $L^* a^* b^*$ データがカラープリンタ3で色再現可能かどうかチェックする。そして色再現可能であればフラグをONし、色再現不可能であればフラグをOFFしてステップS34に進む。

【0032】ステップS34では、ステップS33における処理によりセットされたフラグがONか否かをチェックする。フラグがONでないならば、ステップS36に進み、対象色を白として表示して処理を終了する。一方、フラグがONの場合にはそのまま色再現可能であるためステップS35に進み、対象色をそのままカラーモニタ1に表示して処理を終了する。

【0033】以上の処理を入力画像データの全ての組に対して行う。従って、対象色がカラーモニタ1やカラープリンタ3等の出力デバイスの色再現範囲内の場合は、対象色を忠実にカラーモニタ1に表示し、色再現範囲外の場合は、対象色を白としてカラーモニタ1に表示し、ユーザに報知することによってユーザがどの部分のどの色が色再現範囲外の色であることを認識することができる。

【0034】なお、本実施例では色再現範囲外の対象色を白で表示するが、色再現範囲外であることをユーザに報知すれば良く、例えば黒でも構わない。なお、本発明は色再現範囲チェックを $L^* a^* b^*$ 色空間で行うものに限られず、例えばRGB色空間等の他の色空間でも構わない。

【0035】図10からわかるように、 L^* の値によって上記の格子の範囲は異なっている。従って上記の範囲を色再現情報として如何に持ち、それをどのように利用して色再現範囲チェックを行うかが本実施例の特徴的な所である。以下4つの実施例をもとに説明する。なお、 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* の値は、離散的データである L^* が所定の間隔でも取り得る最小間隔でも構わない。

【0036】（実施例1）実施例1は、出力デバイスの1つであるプリンタの再現範囲を図11の太線で囲まれた領域をすべて包含する矩形領域で規定し、その情報をもとに色再現範囲チェックを行う方式である。矩形領域は図11の2点（ a_{min}, b_{min} ）、（ a_{max}, b_{max} ）により定義されるものとする。 L^* の値によって矩形の大きさが異なることから、色再現範囲情報テーブルを備えることとすると例えば実施例1では図12に示す様になる。本実施例においては、これらのテーブルは色再現範囲情報メモリ27の中に格納されている。

【0037】 L^* の範囲は、 L^*_{min} から L^*_{max} の範囲のLの個数はm（定数）である。図13及び図14は、ホストコンピュータ2、特に色再現範囲チェック部28において、図12の色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理のフローチャートを示している。ホストコンピュータ2は、先ずステップS100

で、図12の色再現範囲情報テーブルの先頭ポイントをセットしてステップS101に進む。ステップS101では、定数nに1をセットし、 $L^*_{i,1}$ の値を L_1 にセットしてステップS102へ進む。ステップS102では、読み込んだ L^* の値と L_1 を比較する。読み込んだ L^* の値と L_1 が等しくない場合にはステップS103へ進み、 $L_1 + \Delta L$ の値を L_{i+1} にセットしてステップS104に進む。そしてステップS104でn及びポイントを1つインクリメントしてステップS102に戻る。

【0038】一方、ステップS102で読み込んだ L^* の値と L_1 が等しい場合にはステップS105へ進み、読み込んだ a^* と $a_{i,1}$ とを比較する。 a^* が $a_{i,1}$ より小さい場合にはステップS106に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。対象色のRGBデータは、測色的に定義(R, G, B, ホワイトの色度値が明確)されたRGBデータであるため、CIEで定めたXYZデータと図3及び図4に示す関係式が成り立つ。この図3の関係式を図9のステップS31の処理に用いることが可能である。 p_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$)及び

20 q_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$)はカラーモニタ1のモニタRGBの測色的定義によりそれぞれ決まる定数である。

【0039】図9のステップS32の処理は上述した図5に示す処理とすればよい。ここで、 X_n, Y_n, Z_n はCIEの定めたとの標準光源に従うかによって定まる値である。図9のステップS33の処理は、ステップS32で求められた対象色の $L^* a^* b^*$ データ値を入力として色再現範囲のチェックを行い、その結果をフラグの値として出力するものである。 $L^* a^* b^*$ 色立体に

30 プリンタの色再現範囲は含まれ、図10に示すように、図6と同様に、 $L^* a^* b^*$ の3次元の色立体を各座標軸方向に等間隔($\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$)で格子状に分割した際の立体格子で範囲を指定することができる。

【0040】また、モニタの色再現範囲についても、プリンタとは範囲は異なるが、同様に $L^* a^* b^*$ の3次元の色立体を各座標軸方向に等間隔($\Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$)で格子状に分割した際の立体格子で範囲を規定することができる。3次元の色立体を L^* に対して垂直な方向にスライスすると、図11に示す様な矩形状(ここでは正方形)の格子で構成される a^*, b^* の2次元

40 の平面となる。ここで、格子の2辺の長さは図11に示したように $\Delta a^*, \Delta b^*$ となる。また、太線で囲まれた領域は、スライスされた L^* に対する平面状でモニタまたはプリンタの色再現範囲が含まれる格子の範囲を示している。

【0041】したがって、入力画像データが含まれる立体格子が指定された範囲内か否かで色再現デバイスの色再現範囲内か否かが判定することができる。一方、ステップS105で a^* が $a_{i,1}$ より小さくない場合にはス

較する。 a^* が $a_{i,1}$ より大きい場合にはステップS106に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。

【0042】一方、ステップS107で a^* が $a_{i,1}$ より大きくない場合にはステップS108へ進み、読み込んだ b^* と $b_{i,1}$ とを比較する。 b^* が $b_{i,1}$ より小さい場合にはステップS106に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。一方、ステップS108で b^* が $b_{i,1}$ より小さくない場合にはステップS109

10 へ進み、読み込んだ b^* と $b_{i,1}$ とを比較する。 b^* が $b_{i,1}$ より大きい場合にはステップS106に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。

【0043】一方、ステップS109で b^* が $b_{i,1}$ より大きくない場合にはステップS110へ進み、フラグをONにセットして処理を終了する。このようにして、図12の色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを簡易に行うことができる。

(実施例2) 実施例2はモニタまたはプリンタの再現範囲を図15の太線で囲まれた領域を全て包含する2次元の座標範囲で規定し、その情報をもとに色再現範囲チェックを行う方式である。座標範囲は図15において、 $b^*_{i,1}$ から $b^*_{i,n}$ の範囲のそれぞれの b^* の格子の範囲に対する $a^*_{i,1}, a^*_{i,n}$ により定義されるものとする。これらのテーブルは色再現範囲情報メモリ27の中に格納されている。

【0044】図16は、図17に示す実施例2の上述した色再現範囲情報テーブルの先頭アドレスが格納されるアドレステーブルである。図16に示す様に実施例2のアドレステーブルにおいては、 $L^*_{i,1}$ から $L^*_{i,n}$ の範囲のLの個数はm(定数)である。図17の色再現範囲情報テーブルには、 $b^*_{i,1}$ から $b^*_{i,n}$ の範囲のそれぞれの格子の範囲に対する a^* 範囲の情報が格納されている。なお図15に示す様に、 $b^*_{i,1}$ と $b^*_{i,1} + \Delta b$ に対する a^* の範囲が2つある場合のように、ある b^* の格子の範囲に対して a^* の範囲が複数存在する場合も当然に考えられる。図17における定数 $i1, i2, \dots, in$ は、各 b^* の格子の範囲に対する a^* の範囲の数に対応している。

【0045】図18は、 $\Delta a = \Delta b = 1$ における図15に示すプリンタの再現範囲の場合の色再現範囲情報テーブルを示している。図19乃至図21は、ホストコンピュータ2、特に色再現範囲チェック部28において図16・図17の色再現範囲を表現するための情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートであり、以下、図19乃至図21を参照して実施例2の色再現範囲チェックを行う処理を説明する。

【0046】まず図19に示すステップS200で、図16に示すアドレステーブルの先頭にポイントをセットしてステップS201に進む。ステップS201では、定数nに1をセットし、 $L^*_{i,1}$ の値を L_1 にセットして

ステップS202へ進む。続くステップS202で読み込んだ L^* の値と L_1 とを比較する。読み込んだ L^* の値と L_1 とが等しくない場合にはステップS203へ進み、 $L_0 + \Delta L$ の値を L_{n+1} にセットしてステップS204に進む。そしてステップS204で n 及びポインタを1つインクリメントしてステップS202に戻る。

【0047】一方、ステップS202において読み込んだ L^* の値と L_1 とが等しい場合にはステップS205へ進み、ポインタの指す領域に格納されたアドレスを取り出してステップS206に進む。ステップS206では、取り出したアドレスにポインタをセットして図20のステップS207に進む。ステップS207では、読み込んだ b^* と b_{n+1} とを比較する。そして b^* が b_{n+1} より小さい場合には図21のステップS208に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。

【0048】一方、ステップS207で b^* が b_{n+1} より小さくない場合にはステップS209へ進み、読み込んだ b^* と b_{n+1} とを比較する。そして b^* が b_{n+1} より大きい場合には図21のステップS208に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。一方、ステップS209で b^* が b_{n+1} より小さくない場合にはステップS210に進み、定数 m に1をセットし、 b^*_{n+1} の値を b_1 にセットしてステップS211へ進む。ステップS211では、 $b_0 + \Delta b$ を b_{n+1} にセットしてステップS212へ進む。そしてステップS212で、読み込んだ b^* の値が $(b_0 \leq b^* < b_{n+1})$ の関係を満たすかどうかチェックする。読み込んだ b^* の値が $(b_0 \leq b^* < b_{n+1})$ の関係を満たさない場合にはステップS213に進み、 m 及びポインタを1つインクリメントしてステップS211に戻る。

【0049】一方、ステップS212で読み込んだ b^* の値が $(b_0 \leq b^* < b_{n+1})$ の関係を満たす場合には図21のステップS214へ進み、定数 j に1をセットしてステップS215に進む。ステップS215では、読み込んだ a^* と a_{n+1} とを比較する。そして a^* が a_{n+1} より小さい場合にはステップS208に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。

【0050】一方、ステップS215で a^* が a_{n+1} より小さくない場合にはステップS216へ進み、読み込んだ a^* と a_{n+1} とを比較する。そして a^* が a_{n+1} より大きい場合にはステップS208に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。一方、ステップS216で a^* が a_{n+1} より小さくない場合にはステップS217へ進み、 i と j とを比較する。 i と j とが等しい場合にはステップS219に進み、フラグをONにセットして処理を終了する。

【0051】一方、ステップS217で i と j とが等しくない場合にはステップS218に進み、 j を1つインクリメントしてステップS215に戻る。このようにして、図16・図17の色再現範囲を表現する情報テ

ブルをもとに色再現範囲チェックを簡易に行うことができる。

(実施例3) 実施例3はモニタまたはプリンタの再現範囲を格子領域に対応したビットマップテーブルで規定し、その情報をもとに色再現範囲チェックを行う方式である。実施例3において、ビットマップテーブルは色再現範囲情報テーブルであり、その先頭は図22の左上の点 (a_{000}, b_{000}) を含む格子に対応したビットとする。図22の太線で囲まれた領域をモニタまたはプリンタの色再現範囲とし、再現範囲外のビットをオフ、範囲内のビットをオンとすると、図22の場合のビットマップテーブルは図23のように表現される。

【0052】なお、 L^* に値によって座標範囲の大きさが異なることから、各 L^* に対する色再現範囲情報テーブルは異なる。図24は、図23を一例とする色採点範囲情報テーブルの先頭アドレスが格納されるアドレステーブルである。図24において、 L^*_{000} から L^*_{000} の範囲の L の個数は m (定数)である。図23及び図24に示すテーブルは、色再現範囲情報メモリ27の中に格納されている。

【0053】図25及び図26は、ホストコンピュータ2、特に色再現範囲チェック部28において、図23及び図24に示す色再現範囲を表現する情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートであり、以下図25及び図26を参照して実施例3の色再現範囲チェックを行う処理を説明する。実施例3においては、まず図25のステップS300で、図24のアドレステーブルの先頭にポインタをセットしてステップS301に進む。ステップS301では、定数 n に1をセットし、 L^*_{000} の値を L_1 にセットしてステップS302へ進む。ステップS302では、読み込んだ L^* の値と L_1 とを比較する。そして、 L^* の値と L_1 とが等しくない場合にはステップS303へ進み、 $L_0 + \Delta L$ の値を L_{n+1} にセットしてステップS304に進む。ステップS304では、 n 及びポインタを1つインクリメントしてステップS302に戻る。

【0054】一方、ステップS302で L^* の値と L_1 とが等しい場合にはステップS305へ進み、ポインタの指す領域に格納されたアドレスを取り出してステップS306に進む。ステップS306で取り出したアドレスにポインタをセットして図26のステップS307に進む。ステップS307では、読み込んだ a^* 、 b^* を用いて $(a^* - a^*_{n+1})$ を Δa で除算した結果を定数 p に、 $(b^*_{n+1} - b^*)$ を Δb で除算した結果を定数 q にセットしてステップS308へ進む。

【0055】ステップS308では、 p の整数部分に1を加えた結果を定数 r に、 q の整数部分に1を加えた結果を定数 s にセットしてステップS309へ進む。ステップS309では、ポインタを右へ r ビット、下へ s ビット移動してステップS310に進む。そしてステップ

S310でポイントの指すビットをチェックする。ポイントの指すビットがONでない場合にはステップS311に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。

【0056】ポイントの指すビットがONの場合にはステップS312に進み、フラグをONにセットして処理を終了する。このようにして、図23及び図24の色再現範囲を表現する情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを簡易に行うことができる。

【実施例4】実施例4は、モニタまたはプリンタの再現範囲を図27に示す様な座標点列で囲まれた領域で規定し、その情報をもとに色再現範囲チェックを行う方式である。

【0057】図27は、 $L^*_{i,j}$ における再現範囲の例を示しており、この場合は20個の座標点列で表現されている。 L^* の値によって矩形の大きさが異なることから、色再現範囲情報テーブルを備えることとすると例えば実施例4では図28に示す様になる。 L^* の範囲は $L^*_{i,j}$ から $L^*_{i,j+m}$ の範囲であり、それぞれに対して上記の座標点列の座標値が格納されている。ここでは、 $L^*_{i,j}$ から $L^*_{i,j+m}$ の範囲の L^* の個数は m （定数）である。また、定数 $i1, i2 \dots in$ は、各 L^* に対する座標の数に対応している。実施例4におけるこのテーブルは、色再現範囲情報メモリ27の中に格納されている。

【0058】図29及び図30は、実施例4におけるホストコンピュータ、特に色再現範囲チェック部28において、図28の色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートであり、以下、図29及び図30に示すフローチャートを参照して実施例4の色再現範囲チェックを行う処理を説明する。

【0059】実施例4においては、先ず図29のステップS400で、図28の色再現範囲情報テーブルの先頭にポイントをセットしてステップS401に進む。そして、ステップS401で定数 j に1をセットし、 $L^*_{i,j}$ の値を L_i にセットしてステップS402へ進む。ステップS402では、読み込んだ L^* の値と L_i を比較する。そして L^* の値と L_i が等しくない場合にはステップS403へ進み、 $L_i + \Delta L$ の値を L_{i+1} にセットしてステップS404に進む。そしてステップS404で、 j 及びポイントを1つインクリメントしてステップS402に戻る。

【0060】一方、ステップS402で L^* の値と L_i が等しい場合にはステップS405へ進み、ポイントの指す領域から座標点の個数 i を取り出してステップS406に進む。ステップS406では、定数 k に1をセットして図30に示すステップS407に進む。ステップS407ではポイントの指す領域から $a_{i,j}$, $b_{i,j}$ を取り出してステップS408に進む。そしてステップS408で、 k と i を比較する。 i が k より大きい場合に

はステップS409に進み、 k を1つインクリメントしてステップS407に戻る。

【0061】一方、ステップS408で i が k より大きくない場合にはステップS410へ進み、取り出した座標点列 $(a_{i,j}, b_{i,j})$, $(a_{i+1,j}, b_{i+1,j})$, \dots , $(a_{i+k,j}, b_{i+k,j})$ で囲まれた閉領域に a^* , b^* が含まれるかどうかチェックする。ステップS411で取り出した座標点列 $(a_{i,j}, b_{i,j})$, $(a_{i+1,j}, b_{i+1,j})$, \dots , $(a_{i+k,j}, b_{i+k,j})$ で囲まれた閉領域に a^* , b^* が含まれない場合にはステップS412に進み、フラグをOFFにセットして処理を終了する。

【0062】一方、ステップS411で取り出した座標点列 $(a_{i,j}, b_{i,j})$, $(a_{i+1,j}, b_{i+1,j})$, \dots , $(a_{i+k,j}, b_{i+k,j})$ で囲まれた閉領域に a^* , b^* が含まれる場合にはステップS413に進み、フラグをONにセットして処理を終了する。このようにして、実施例4においても、図28の色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを簡易に行うことができる。

【0063】以上説明した様に上述した各実施例によれば、いずれの方法を用いたとしてもカラーマネージメントシステム等において、上記の様な簡易に行うことのできる色再現範囲チェック機能を実現できるため、色再現精度を改善できるとともに色再現範囲チェック時間、及び画像処理時間を短縮することができる。尚、本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても1つの機器から成る装置に適用しても良い。また、本発明は、システム或は装置にプログラムを供給することによって達成される場合にも適用できることはいうまでもない。

【0064】尚、本発明は色再現範囲を表す色空間が $L^* a^* b^*$ 色空間に限られず、例えばRGB色空間等の他の色空間でも構わない。尚、上述の色再現範囲チェックの方法に ΔL^* の値が最小間隔でないならば、補間の方法を加えても構わない。尚、本発明は色再現範囲チェック結果を表示するものに限らず、例えば色再現範囲チェック結果に基づいて色再現を行うあらゆるものに適用可能である。

【0065】

【発明の効果】以上説明した様に本発明によれば、色再現デバイスで入力画像データにより忠実な再現ができる画像データに変換する画像処理方法を提供することができる。また、カラーマネージメントシステム等において、色再現範囲チェック機能を実現するための色再現範囲を容易に確認することができ、色再現範囲判別の精度を改善できるとともに色再現処理時間の短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る一実施例による画像処理システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本実施例における入力カラー画像データに色再

現処理を施してカラープリンタに出力する際の処理を示すフローチャートである。

【図3】本実施例で用いるCIEで定めたXYZデータとRGBデータとの関係式を示す図である。

【図4】本実施例で用いるCIEで定めたXYZデータとRGBデータとの関係式を示す図である。

【図5】本実施例で用いるCIEで定めたXYZデータから L^* 、 a^* 、 b^* への変換の一例を示す図である。

【図6】本実施例において色空間圧縮処理に用いる3次元のLUTの一例を示す図である。

【図7】図6に示すLUTへの入力 L^* 、 a^* 、 b^* 値が含まれる格子の1つを拡大した図である。

【図8】本実施例における入力カラー画像データに色再現処理を施してカラーモニタに表示する際の処理を示すフローチャートである。

【図9】本実施例における処理すべきカラー画像データが出力装置の色再現範囲にあるかどうかを調べ、その結果をもとにカラーモニタへの表示の有無を行う処理を示すフローチャートである。

【図10】本実施例における L^* 、 a^* 、 b^* 色立体内のプリンタの色再現範囲の一例を示す図である。

【図11】本実施例における3次元の色立体を L^* に対して垂直な方向にスライスした結果得られる矩形形状の格子で構成される a^* 、 b^* の2次元の平面において、モニタまたはプリンタの再現範囲を矩形領域で規定した場合の例を示す図である。

【図12】本実施例におけるモニタまたはプリンタの再現範囲を矩形領域で規定した場合の色再現範囲情報のテーブルの例を示す図である。

【図13】図12に示す色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図14】図12の色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図15】実施例2における3次元の色立体を L^* に対して垂直な方向にスライスした結果得られる、矩形形状の格子で構成される a^* 、 b^* の2次元の平面において、モニタまたはプリンタの再現範囲を2次元の座標範囲で規定した場合の例を示す図である。

【図16】実施例2における図17に示す色再現範囲情報テーブルの先頭アドレスが格納されるアドレステーブルを示す図である。

【図17】実施例2におけるモニタまたはプリンタの再現範囲を2次元の座標範囲で規定した場合の色再現範囲情報のテーブルの例を示す図である。

【図18】実施例2における $\Delta a = \Delta b = 1$ の時の図15の場合の色再現範囲情報テーブルを示す図である。

【図19】実施例2における図16及び図17に示す色再現範囲を表現するための情報テーブルをもとに色再現

範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図20】実施例2における図16及び図17に示す色再現範囲を表現するための情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図21】実施例2における図16及び図17に示す色再現範囲を表現するための情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図22】実施例3における3次元の色立体を L^* に対して垂直な方向にスライスした結果得られる矩形形状の格子で構成される a^* 、 b^* の2次元の平面において、モニタまたはプリンタの再現範囲をビットマップで規定する場合の例を示す図である。

【図23】実施例3の図22に示す再現範囲をビットマップで規定する場合のビットマップテーブルの一例を示す図である。

【図24】図23を一例とする実施例3の色再現範囲情報テーブルの先頭アドレスが格納されるアドレステーブルを示す図である。

【図25】実施例3における図23及び図24に示す色再現範囲を表現する情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図26】実施例3における図23及び図24に示す色再現範囲を表現する情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図27】実施例4における3次元の色立体を L^* に対して垂直な方向にスライスした結果得られる矩形形状の格子で構成される a^* 、 b^* の2次元の平面において、モニタまたはプリンタの再現範囲を座標点列で囲まれた領域で規定する場合の例を示す図である。

【図28】実施例4におけるモニタまたはプリンタの再現範囲を座標点列で囲まれた領域で規定した場合の色再現範囲情報のテーブルを示す図である。

【図29】実施例4における図38に示す色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図30】実施例4における図38に示す色再現範囲情報テーブルをもとに色再現範囲チェックを行う処理を示すフローチャートである。

【図31】カラーマネージメントシステムにおける色再現の一例を示す図である。

【図32】デバイスごとの色再現範囲の違いの例を示す図である。

【図33】色空間圧縮処理の一例を示す図である。

【図34】従来のデバイス色再現範囲チェックの方法例を示す図である。

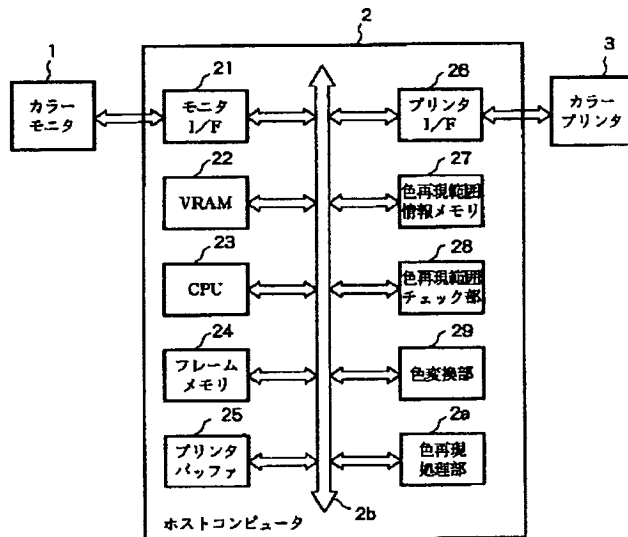
【符号の説明】

- 1 カラーモニタ
- 2 ホストコンピュータ
- 2a 色再現処理部
- 2b データバス

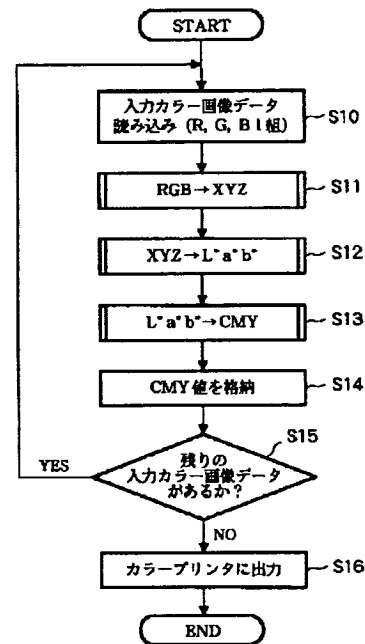
- 17
- 3 カラープリンタ
- 21 モニタインタフェース
- 22 VRAM
- 23 CPU
- 24 フレームメモリ

- 18
- 25 プリンタバッファ
- 26 プリントインタフェース
- 27 色再現範囲情報メモリ
- 28 色再現範囲チェック部
- 29 色変換部

【図1】



【図2】



【図3】

【図4】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Q_{11} & Q_{12} & Q_{13} \\ Q_{21} & Q_{22} & Q_{23} \\ Q_{31} & Q_{32} & Q_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}$$

【図5】

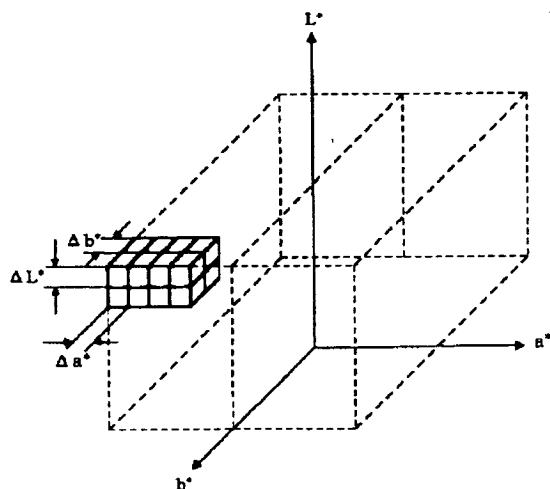
$$L^* = \begin{cases} 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 & (Y/Y_n > 0.008856) \\ 903.3 (Y/Y_n) & (Y/Y_n < 0.008856) \end{cases}$$

$$a^* = \begin{cases} 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] & (X/X_n > 0.008856) \\ 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] & (X/X_n < 0.008856) \end{cases}$$

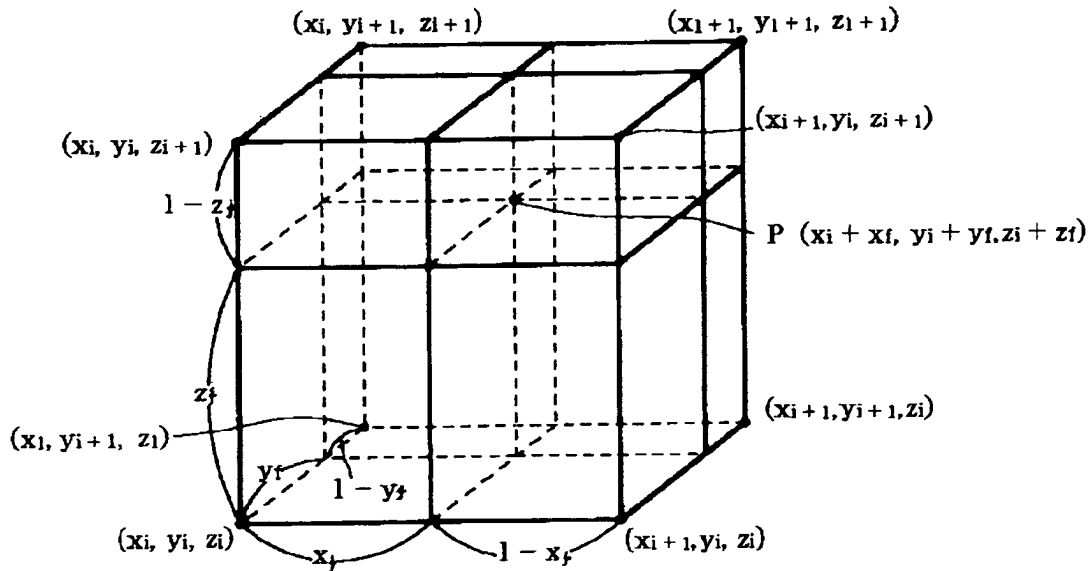
$$b^* = \begin{cases} 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] & (Z/Z_n > 0.008856) \\ 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)] & (Z/Z_n < 0.008856) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \text{但し } f(X/X_n) &= 7.787 (X/X_n) + 16/116 \\ f(Y/Y_n) &= 7.787 (Y/Y_n) + 16/116 \\ f(Z/Z_n) &= 7.787 (Z/Z_n) + 16/116 \end{aligned}$$

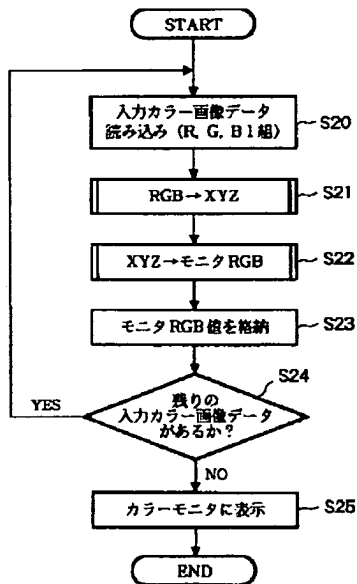
【図6】



【図7】



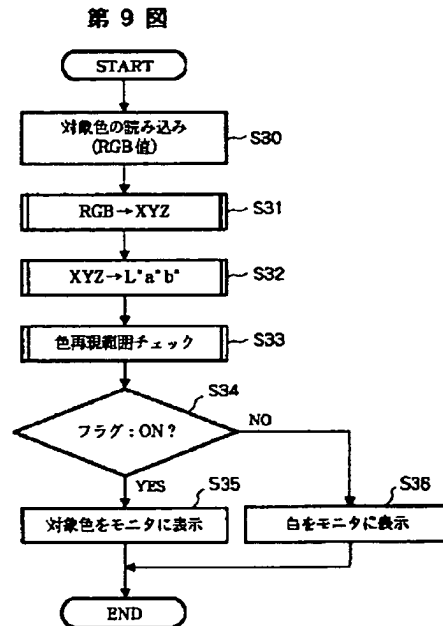
【図8】



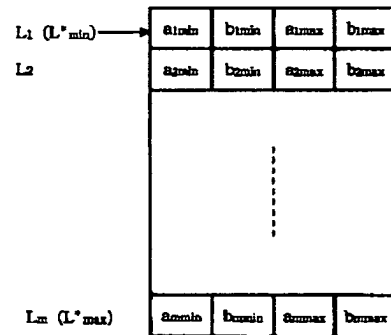
【図18】

2	-1	0	1	2
1	-2	3		
1	-2	3		
1	-1	3		
1	-1	1		

【図9】



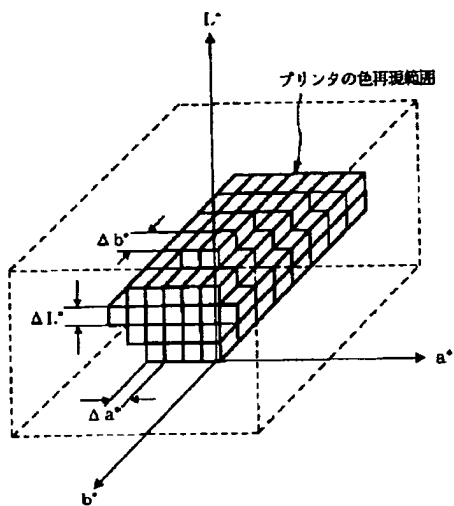
【図12】



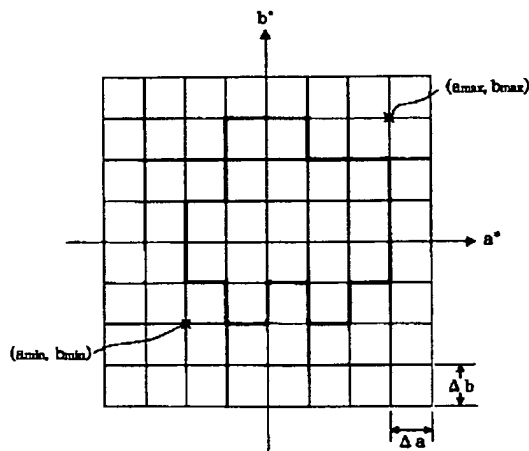
【図23】

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

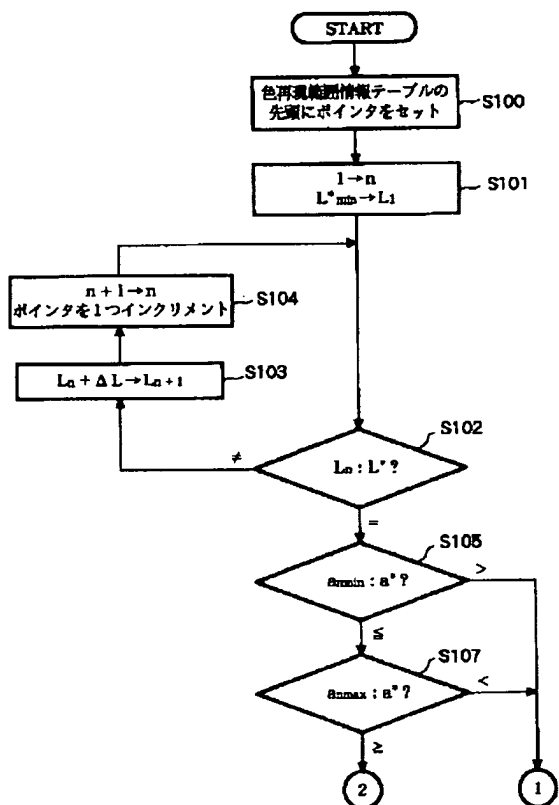
【図10】



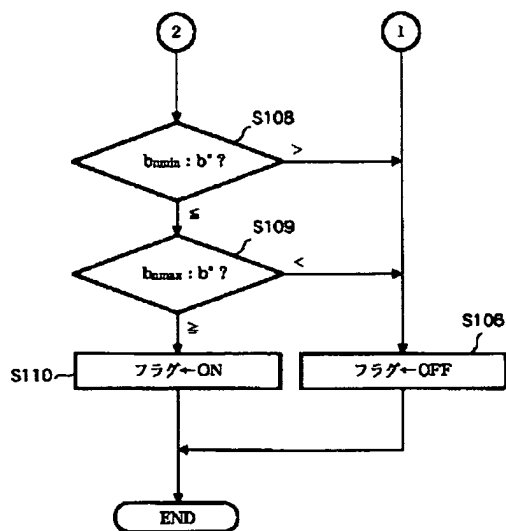
【図11】



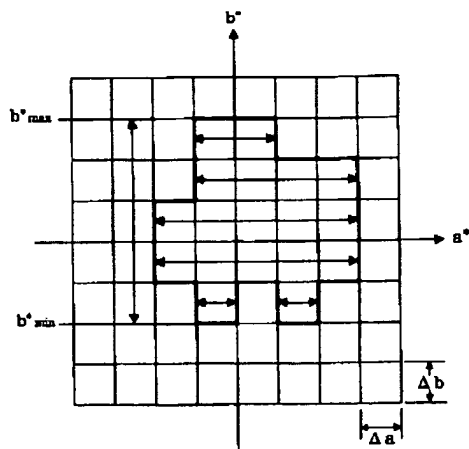
【図13】



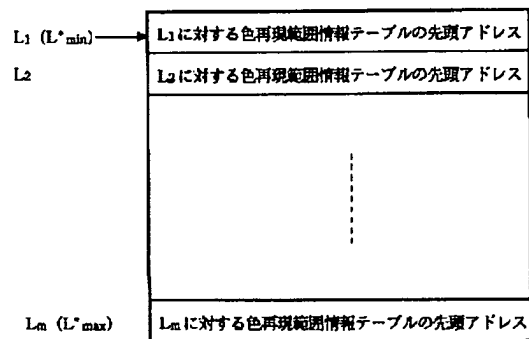
【図14】



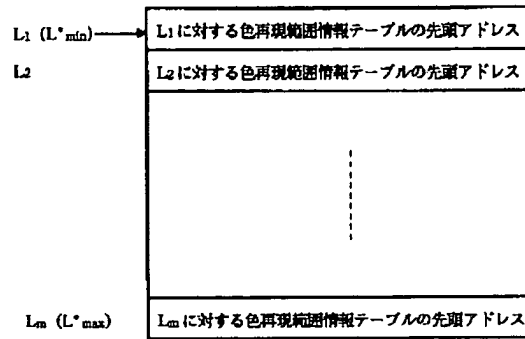
【図15】



【図 16】



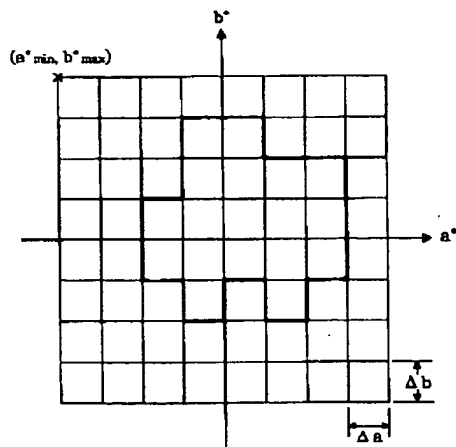
【図 24】



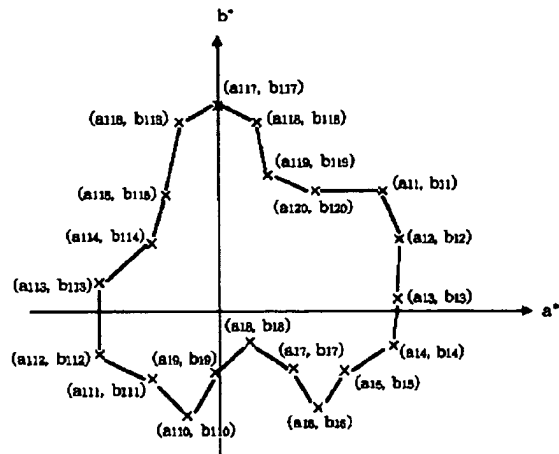
【図 17】

b^*_{min} →	i1	a _{11min}	a _{11max}	a _{12min}	a _{12max}	---	a _{11min}	a _{11max}
	i2	a _{21min}	a _{21max}	a _{22min}	a _{22max}	---	a _{21min}	a _{21max}
b^*_{max}	in	a _{n1min}	a _{n1max}	a _{n2min}	a _{n2max}	---	a _{n1min}	a _{n1max}

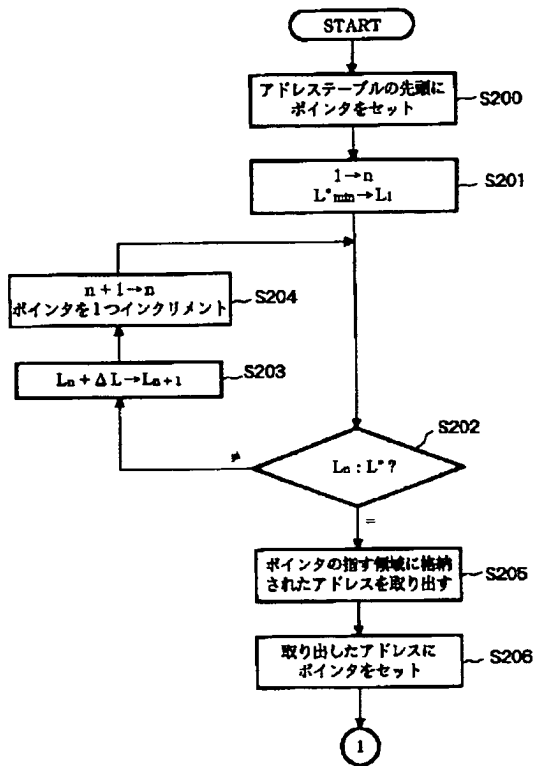
【図 22】



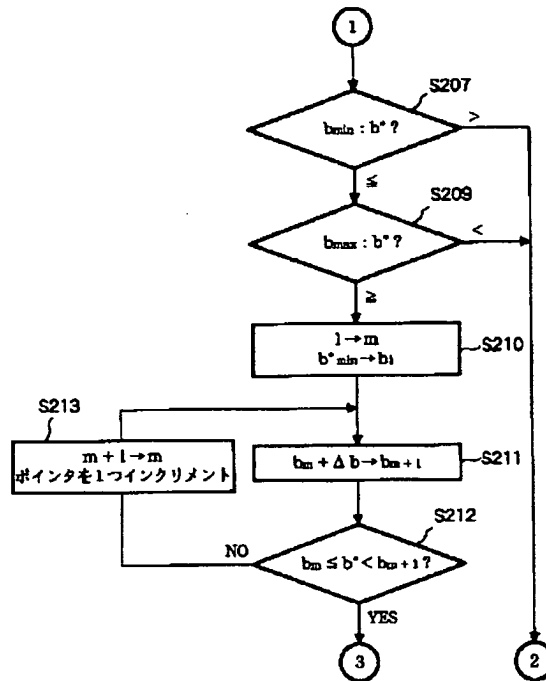
【図 27】



【図19】

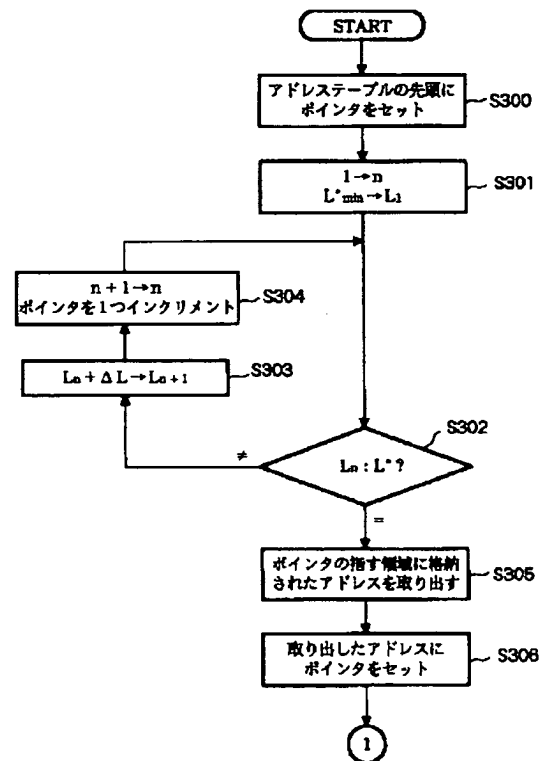
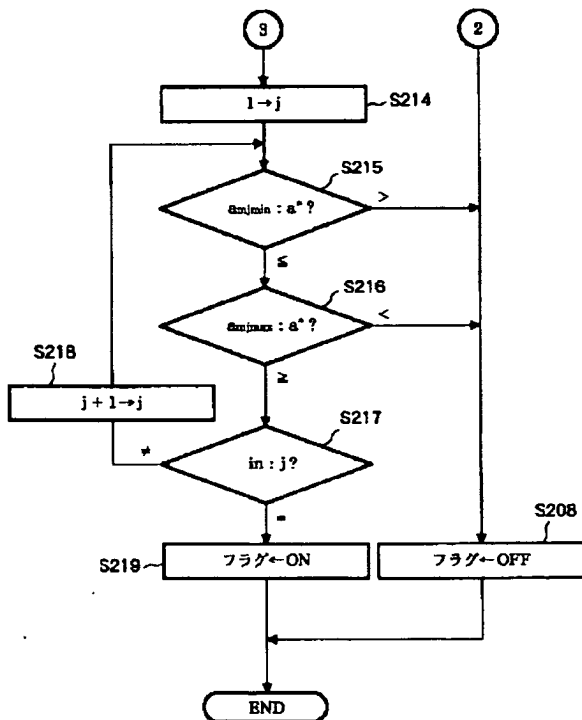


【図20】

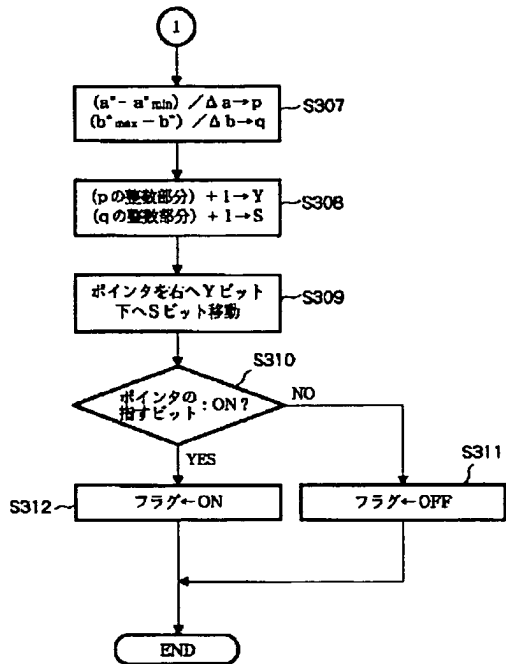


【図25】

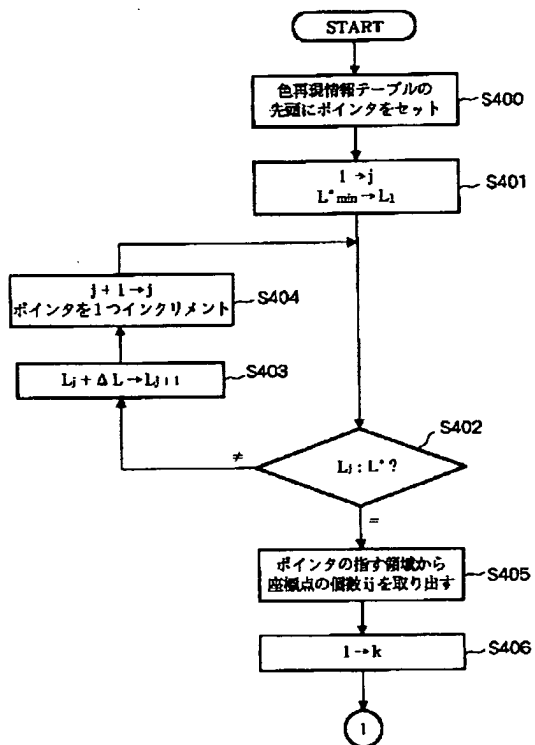
【図21】



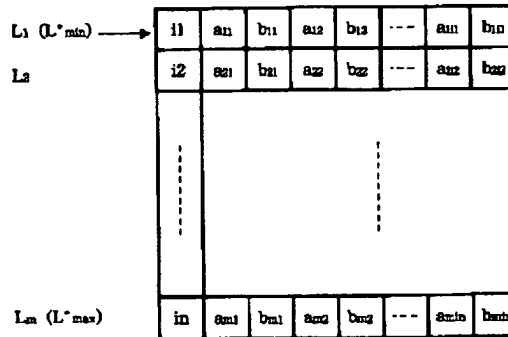
【図26】



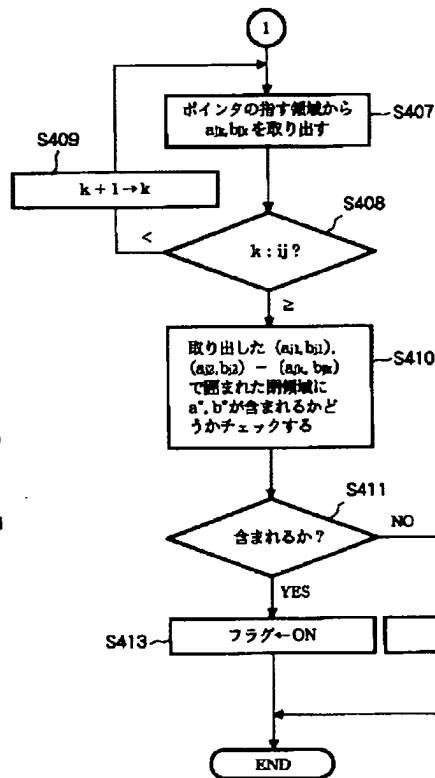
【図29】



【図28】



【図30】



【図31】

